Lichens et biosurveillance de la qualité de l'air

Qu'est-ce que la « biosurveillance » ?

C'est l'évaluation de la pollution à l'aide d'organismes vivants, le plus souvent des plantes. La biosurveillance repose sur l'utilisation de « bioindicateurs ». Ce sont des organismes qui, exposés à une pollution, réagissent par l'apparition de symptômes (nécroses) et des perturbations de la croissance et du développement. Ils vont nous renseigner sur le degré de pollution du milieu (atmosphère, eau, sol…) par leur présence ou leur absence, ou bien encore par des symptômes d'intoxication. Les plus connus des bioindicateurs sont les lichens, mais tous les êtres vivants sont plus ou moins sensibles à la pollution.


La qualité de l'air est surveillée depuis une trentaine d'années en Haute-Normandie.

La biosurveillance peut également s'appuyer sur les « bioaccumulateurs », qui nous renseignent par leur teneur en substances polluantes. Les lichens, mais aussi les mousses et bien d'autres organismes végétaux ou animaux (par exemple les vers de terre), sont d'excellents bioaccumulateurs. Dans le présent document, il ne sera question que du rôle de bioindicateurs, au sens strict, joué par les lichens.

Pourquoi surveiller la qualité de l'air ?

La qualité de l'air est une préoccupation majeure à l'heure actuelle. Elle est surveillée depuis une trentaine d'années en Haute-Normandie, région industrielle qui doit faire face à une forte pollution, émanant non seulement des usines, mais aussi des voitures et des habitations. De récentes études épidémiologiques ont mis en évidence un lien entre la pollution atmosphérique et l'état de santé des habitants exposés.

Xanthoria parietina *résiste à un air de mauvaise qualité.*

En quoi la biosurveillance est-elle différente des autres moyens de suivi de la qualité de l'air ?

La surveillance de la qualité de l'air est assurée, le plus souvent, en milieu urbain, par un réseau de capteurs physico-chimiques qui mesurent – parfois en continu – les concentrations des différents polluants atmosphériques.

Depuis quelques années, on assiste, au sein des réseaux de surveillance de la qualité de l'air, au développement de la biosurveillance. L'utilisation d'organismes bioindicateurs permet d'observer et d'analyser les réactions des organismes vivants exposés de façon plus ou moins chronique à des polluants atmosphériques. Ils constituent un moyen d'évaluation des pollutions là où il n'y a pas de capteurs. Ils permettent de réaliser des cartes des zones touchées par la pollution.

Parmelia tiliacea *n'apparaît que dans les atmosphères de bonne qualité.*

La biosurveillance complète les autres moyens de surveillance du milieu. Elle a l'avantage d'être relativement simple à mettre en œuvre et peu coûteuse. Elle apparaît, en outre, comme un bon outil de communication doublé d'un support pédagogique. En effet, elle permet de sensibiliser la population à la pollution de l'air. Les végétaux qui servent de bioindicateurs sont en général faciles à observer.

Qui met en œuvre la biosurveillance ?

La biosurveillance à l'aide des lichens intéresse particulièrement les réseaux de surveillance de la qualité de l'air mis en place par l'Etat avec le concours des collectivités territoriales.

Principaux polluants atmosphériques

Polluants	Origines
Dioxyde de soufre (SO_2)	Centrales thermiques, chauffages industriels et domestiques
Oxydes d'azote (NO_x)	Transports, installations de combustion, certaines industries
Ozone (O_3)	Transports, installations de combustion, certaines industries (se forme à partir des oxydes d'azote)
Monoxyde de carbone (CO)	Combustion incomplète des combustibles et carburants
Particules en suspension	Transports, industries



Exemple

Air normand, association soutenue par le Conseil général de la Seine-Maritime, la Région Haute-Normandie, les Villes, les industriels.

La méthode est mise en œuvre par des bureaux d'études en environnement, et elle est étudiée au sein de quelques universités, comme Lille et Grenoble. Comme elle est transposable partout, elle a été l'objet d'adaptations locales, notamment en ce qui concerne l'échelle de correspondance entre lichens et pollution.

Exemples

Dans le cadre de la coopération décentralisée entre la Région Haute-Normandie et le département de Galati, en Roumanie, l'AREHN a mis en place dans cette région très touchée par la pollution industrielle un protocole de suivi de la qualité de l'air par biosurveillance et suivi des populations de lichens.
La biosurveillance par les lichens a également été appliquée à l'île de La Réunion.

Les différents types de thalle

Thalle foliacé.

Thalle fruticuleux.

Thalle crustacé.

Thalle composite.

Pourquoi les lichens sont-ils d'excellents bioindicateurs ?

Du fait, notamment de leur longévité, de leur activité métabolique continue, de leur dépendance vis-à-vis apports atmosphériques, et de la lenteur de leur croissance, les lichens sont très sensibles aux changements de composition de l'air, et donc à la pollution de l'air. Pour les mêmes raisons, ils offrent la possibilité de suivre la pollution sur une grande période.
Les lichens intègrent principalement les données globales relatives à la charge de l'atmosphère en effluents acides (dioxyde de soufre, oxydes d'azote). Le dioxyde de soufre – qui se transforme en acide sulfurique au contact de l'eau atmosphérique – est le principal agent de l'appauvrissement de la végétation lichénique. Et comme toutes les espèces n'ont pas le même degré de sensibilité, il est possible, en se basant sur la présence ou l'absence de certaines d'entre elles, de délimiter différentes zones d'égal niveau de pollution.
Par ailleurs, si une espèce disparaît à la suite de la dégradation de la qualité de l'air, elle peut ensuite réapparaître rapidement si la situation s'améliore, traduisant ainsi précisément les fluctuations à moyen terme.

Les lichens ont également la faculté d'accumuler certaines substances telles que les métaux lourds, des pesticides et tous les polluants dits « organiques », principalement issus de l'activité humaine (PCB, hydrocarbures aromatiques polycycliques et autres). L'analyse de leur composition chimique renseigne sur certaines pollutions d'origine industrielle, urbaine ou agricole.

Les lichens

Les lichens sont des organismes particuliers qui constituent un groupe à part. Ils sont dépourvus de tiges, de feuilles, de racines et de vaisseaux conduisant de la sève (on dit qu'ils ne sont pas vascularisés). Ils appartiennent au groupe végétal des thallophytes, qui comprend également les champignons.
Résultant de l'association – ou symbiose – entre un champignon et une algue, les lichens ont naturellement des caractères en commun avec leurs deux constituants.

Anatomie

La forme d'un lichen est déterminée par le champignon, qui forme un tissu compact et filamenteux enveloppant d'innombrables algues unicellulaires appelées gonidies. Celles-ci sont concentrées dans une partie bien précise du lichen.

Reproduction

Les lichens se propagent de deux manières :
- par dissémination de fragments (bouturage) ;
- par dissémination des spores du champignon.

Nutrition

La symbiose lichénique suppose un échange entre l'algue et le champignon :
- l'algue assure la nutrition carbonée grâce à la photosynthèse. Elle apporte des vitamines, des protéines et des glucides au champignon ;
- le champignon assure une fonction de protection et de drainage hydrique vis-à-vis de l'algue. Il a la possibilité de stocker l'eau dans ses membranes et de la transmettre à l'algue par ses parois.

La nutrition minérale est assurée par les poussières et des sels dissous apportés par l'eau.

Croissance

La croissance des lichens est très lente, de l'ordre de 0,1 à 10 mm par an, exceptionnellement quelques centimètres. Elle est plus lente en hiver qu'en été, plus rapide sur substrats riches. L'âge des grands lichens est de l'ordre de plusieurs dizaines d'années pour les lichens foliacés et de plusieurs siècles pour les lichens crustacés de grande taille.

Les lichens dans le monde

Les lichens de nos régions ont une aire de répartition immense, parfois mondiale. On évalue à 20 000 le nombre d'espèces dans le monde.

Utilisations

Les lichens ont été employés dès l'antiquité pour des usages alimentaires (fourrage pour les rennes, farine pour l'homme) ou thérapeutiques (*Peltigera canina* contre la rage, *Lobaria pulmonaria* pour les maladies respiratoires). Dans l'industrie, ils entrent dans l'élaboration de substances colorantes et de substances mucilagineuses servant à l'encollage des tissus, l'usage le plus important étant la parfumerie.

Ecologie

Les lichens sont des végétaux pionniers qui colonisent tous types de milieux terrestres, des forêts aux villes. Ils se rencontrent sous tous les climats (tempéré, équatorial, boréal et austral) et toutes les latitudes. A la différence des plantes « supérieures », ils sont toutefois plus abondants au nord qu'au sud.
La répartition des lichens est influencée par différents facteurs :
- l'eau, qui intervient dans le passage de l'état de vie ralentie à celui de vie active (phénomène de reviviscence) ;
- la lumière, toujours favorable ;
- la température, le vent (action directe sur la dissémination, ou indirecte sur la dessiccation des thalles ;
- le substrat : porosité, perméabilité, teneur en calcium et en nitrates, etc.

Certains lichens sont épiphytes, c'est-à-dire qu'ils se développent uniquement sur les écorces de certains arbres présentant des caractéristiques physico-chimiques favorables, notamment sur le plan du pH (mesure de l'acidité).

Quelle est l'origine de la méthode de biosurveillance par les lichens ?

Dès 1866, le Finlandais William Nylander a mis en évidence la sensibilité importante des lichens à la qualité de l'air. A l'occasion d'une étude en Ile-de-France, il a remarqué que l'abondance des lichens diminuait à l'approche des villes et qu'ils avaient totalement disparus à Paris, à l'exception du jardin du Luxembourg. Il a fait le lien avec la qualité de l'air, déjà mauvaise à l'époque.

La « bioindication lichénique » s'est véritablement développée en France à partir de 1970 en appliquant l'échelle qualitative des Britanniques Hawksworth et Rose, qui établit une correspondance entre les espèces de lichens et la pollution acide, et qui a été utilisée en Europe jusque dans les années 1980. Dans le même temps, la méthode quantitative de l'IAP, des Canadiens Leblanc et De Sloover, s'appuyait sur la détermination d'un indice de pureté atmosphérique.

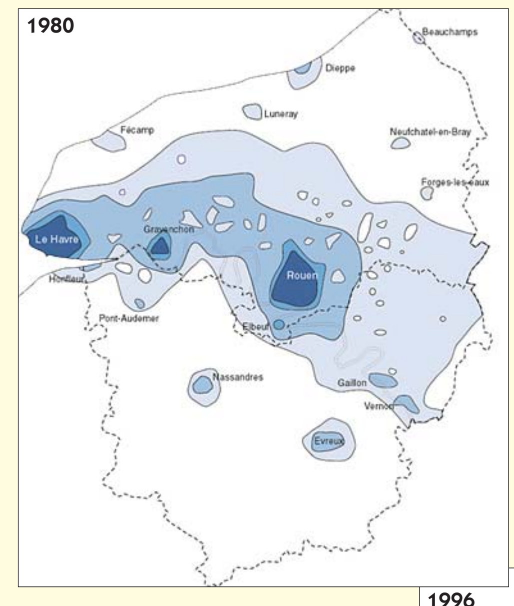
En 1975, Michel Lerond, du Muséum de Rouen, adapte l'échelle de Hawksworth et Rose. En 1981, à partir d'une étude réalisée sur des sites de Haute-Normandie équipés de capteurs de pollution, il établit une nouvelle méthodologie basée sur une approche phytosociologique. Elle prend en considération des groupements d'espèces de lichens et leurs réactions face à la pollution acide de l'air.

Comment procèdent les spécialistes ?

A l'heure actuelle, la méthode la plus utilisée est celle mise au point en 1986 par van Haluwyn et Lerond. A partir de lichens très représentatifs et faciles à identifier, ces chercheurs ont établi une échelle de correspondance entre groupements épiphytes et degré de pollution. C'est l'échelle de toxitolérance de van Haluwyn-Lerond, graduée de l'indice A (la plus forte pollution) à l'indice G (l'air le plus sain).

En observant les lichens présents sur le terrain, on peut attribuer à chaque station prospectée un indice de qualité de l'air, reporter ces informations sur une carte et délimiter ainsi des zones en fonction de la qualité de l'air. C'est une façon de faire un diagnostic global de la qualité de l'air.

Ce que les lichens nous disent de la qualité de l'air en Haute-Normandie



La première carte de la qualité de l'air sur l'ensemble de la Haute-Normandie, établie grâce à l'étude des lichens, date de 1980. Régulièrement mise à jour, elle met en évidence une régression de la pollution de l'air depuis une quinzaine d'années. Toutefois, des « îlots de pollution » subsistent sur les agglomérations de Rouen, du Havre et de Notre-Dame-de-Gravenchon, un panache de pollution plus légère restant perceptible au nord de la Seine sous l'effet des vents dominants.

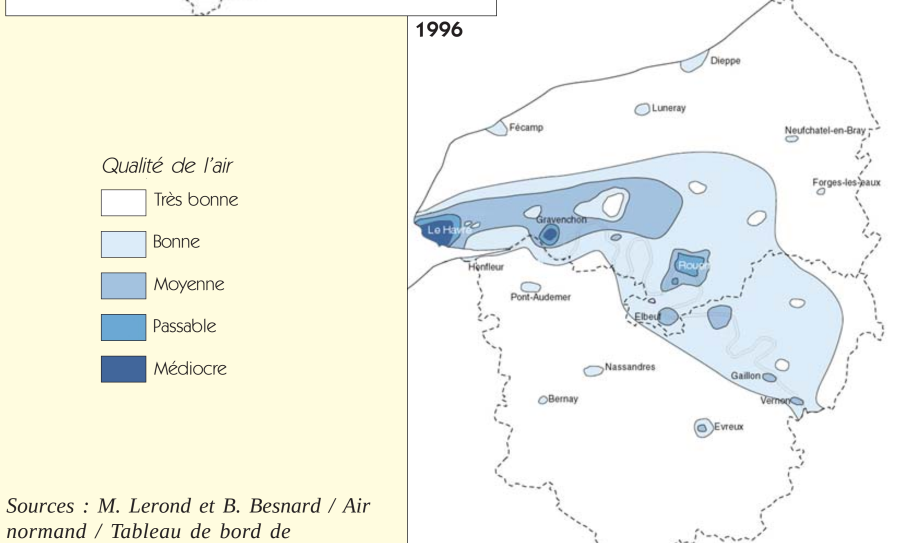
Les lichens représentatifs des zones de bonne qualité de l'air sont localisés surtout en dehors de la vallée de Seine, cette dernière présentant toutefois des îlots préservés ici ou là. Ceux qui marquent, au contraire, une mauvaise qualité se retrouvent en général sur les hauteurs, à proximité des sources de pollution acide les plus importantes.

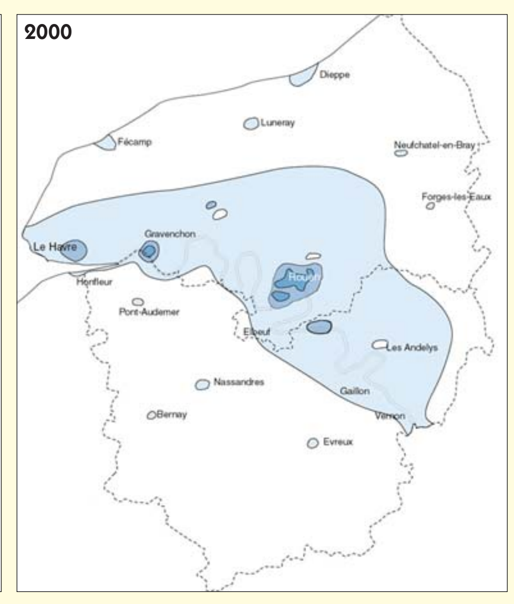
1997

Gravenchon

Le Havre

La limite de cette méthode cartographique tient dans le fait qu'elle ne s'intéresse qu'à une seule sorte de pollution – la pollution acide liée au dioxyde de soufre et aux oxydes d'azote –, et ne nous renseigne pas sur les autres polluants (CO_2, ozone, métaux lourds, PCB, HAP…).



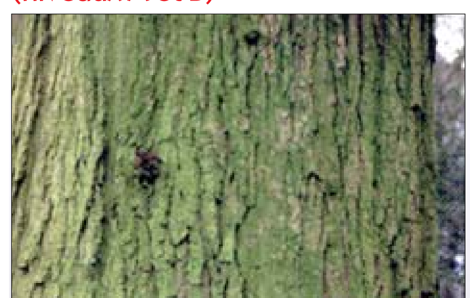


Sources : M. Lerond et B. Besnard / Air normand / Tableau de bord de l'environnement de Haute-Normandie

Réalisez un diagnostic écolichénique simplifié



Mauvaise qualité de l'air
(niveaux A et B)



Niveau A
Pleurococcus viridis (algue)

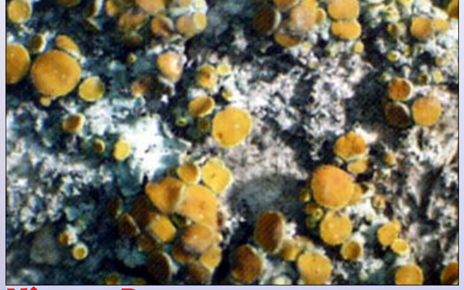


Niveau B
Buellia punctata

Qualité de l'air moyenne
(niveaux C et D)



Niveau C
Lepraria incana



Niveau D
Xanthoria polycarpa

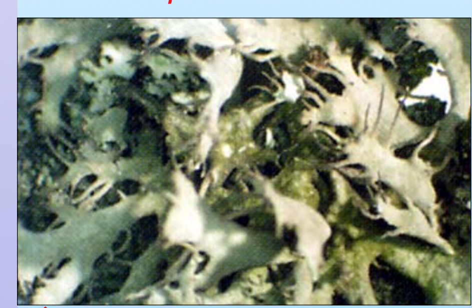
Bonne qualité de l'air
(niveaux E, F et G)



Niveau E
Evernia prunastri



Niveau F
Parmelia caperata



Niveau G
Anaptychia ciliaris

Mode d'emploi du tableau

Une espèce de lichen supportant la pollution peut, bien sûr, vivre dans un air pur ! C'est pourquoi les lichens présentés dans ce tableau peuvent être rencontrés en compagnie de ceux de la (ou des) colonne(s) située(s) à leur droite.
En revanche, une espèce exigeant un air pur ne survit pas longtemps dans une atmosphère de mauvaise qualité. Aussi, les lichens de la colone de droite seront, par définition, absents des zones de qualité de l'air « moyenne » ou « mauvaise », et ceux de la colonne du milieu feront défaut là où seules subsistent les espèces les plus résistantes citées dans la colonne de gauche.

Le diagnostic écolichénique, même simplifié comme il l'est ici, constitue une activité de découverte passionnante pour tous. Il s'appuie sur l'observation, et introduit de manière très pédagogique le concept de pollution.
Les lichens se reconnaissent grâce à leur forme et à leur couleur. On peut se contenter de les observer à l'aide d'une loupe. Une technique d'identification complémentaire, plus complexe, fait intervenir des réactifs colorés.
Les espèces données ci-dessous comme bioindicateurs sont choisies parmi les plus représentatives et les plus faciles à identifier. Toutes sont épiphytes et se trouvent donc sur les arbres.

Nuisibles, les lichens ?

Les lichens ne sont pas des parasites des arbres sur lesquels ils poussent. Il est donc inutile – et même néfaste – de chercher à les éradiquer, par grattage, badigeonnage ou aspersion d'un produit chimique.

« Connaître pour agir » est une publication de l'Agence régionale de l'environnement de Haute-Normandie, Cloître des Pénitents, 8, allée Daniel-Lavallée, 76000 Rouen.
Texte : M. Goujon / AREHN.
Photos : M. Goujon et J.-P. Thorez / AREHN

Remerciements à M. Lerond et Air Normand